

*М.С. Путілов студент гр. ПБ-71м.
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

ДАТЧИКИ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Анотація . В даній статті описано переваги та недоліки діагностики датчиками акустичної емісії. Пояснення вибору методу діагностування, і його застосування та його переваги.

Ключові слова: Діагностика процесу, акустична емісія.

ВСТУП

П'єзоелектричні датчики відносяться до основних елементів - перетворювачів первинної інформації акустичних систем діагностики стану і контролю працездатності відповідальних виробів на основі методу акустичної емісії, вібродіагностики і т.д. Акустична емісія, тобто випромінювання пружних хвиль напружень, містить в собі інформацію про фізичні процеси, які відбуваються при терті, деформуванні або руйнуванні матеріалів. Цей метод знайшов широке застосування при ранній діагностиці землетрусів, аналізі стану складних об'єктів в атомній енергетиці, в ракетній і космічній техніці. У цій області найбільш відомі роботи вчених США. Серед них проф. Вон з Каліфорнійського університету та проф. Дорнфельд, що застосовують методи акустичної емісії для діагностики процесів різання.[1]

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Досягнення сучасної електроніки і автоматики відкривають великі можливості для обробки і перетворення інформації, що міститься в акустичних коливаннях, що йдуть від об'єкта контролю. Тому найважливіші функціональні можливості і метрологічні характеристики УЗ і АЕ дефектоскопічної, діагностичної, вимірювальної та дослідницької апаратури визначаються, як правило, параметрами первинних електромеханічних перетворювачів - випромінювачів і приймачів УЗ і АЕ коливань. У переважній більшості випадків в якості таких перетворювачів використовують п'єзоелектричні перетворювачі самих різних типів [2].

Акустична емісія являє собою явище генерації хвиль напружень, викликаних раптовою перебудовою в структурі матеріалу. Класичними джерелами АЕ є процес деформування, пов'язаний з ростом дефектів, наприклад, тріщини або зони пластичної деформації. Раптовий рух джерела емісії викликає виникнення хвиль напружень, які поширюються в структурі матеріалу і досягають перетворювача. У міру зростання напруги, активізуються багато з наявних в матеріалі об'єкта джерел емісії. Електричні сигнали емісії, отримані в результаті перетворення датчиком хвиль напружень, посилюються, і реєструються апаратурою і піддаються подальшій обробці і інтерпретації.

Отже, джерелом акустико-емісійної енергії служить поле пружних напружень в матеріалі. Без напруг немає і емісії, тому АЕ контроль зазвичай проводиться шляхом навантаження контрольованого об'єкта. Це може бути перевірки контроль перед запуском об'єкта, контроль змін навантаження під час роботи об'єкта, випробування на втому, повзучість або комплексне

навантаження. Дуже часто конструкція навантажується довільним способом. У цьому випадку використання АЕ контролю дозволяє отримувати додаткову цінну інформацію про поведінку конструкції під дією навантаження. В інших випадках емісія використовується з причин економічності і безпеки; для таких завдань розробляються спеціальні процедури навантаження і тестування [3].

Основним елементом АЕ резонансного датчика є п'єзоелектричний кристал, що перетворює механічний рух в електричний сигнал. Кристал поміщається в спеціальний корпус з денцем у вигляді пластинки і роз'ємом. Датчик збуджується хвилями напружень, що потрапляють на його денце, і перетворює їх в електричні сигнали. Ці сигнали надходять на розташований поблизу передпідсилювач, посилюються і на кінцевому етапі реєстрації надходять на основну вимірювальну і обробну апаратуру. Останнім часом для більшої зручності при установці і зниження чутливості до електромагнітних наведень, підсилювачі роблять мініатюрними і розміщують безпосередньо в корпусі датчика, отримуючи суміщений датчик-передпідсилювач [3].

Одним з основних вимог до датчика є його висока чутливість. І хоча в цілому високоякісними датчиками вважаються датчики, що володіють пласкою частотною характеристикою, в більшості практичних випадків найбільш чутливими, а тому кращими, є резонансні датчики, які, до того ж, є більш дешевими. Ці датчики мають порівняно вузьку смугу частот, в якій відбувається основне колювання. Частотна смуга визначається в основному розміром і формою кристала. Частоти, що характеризують датчик, є домінуючими при утворенні форми і спектра АЕ сигналу [3].

По ширині смуги робочих частот виділяють вузькосмугові, смугові і широкосмугові перетворювачі [5]; до першого типу умовно відносять перетворювачі з шириною смуги пропускання менше однієї октави, а до третього - з шириною смуги пропускання більше однієї октави (відношення максимальної частоти до мінімальної більше двох). Смугові перетворювачі мають меншу чутливість, ніж резонансні, але більшу пропускну здатність. Збільшити пропускну здатність можна, якщо зробити п'єзоелемент змінної товщини, включити в конструкцію кілька активних (п'єзоелектричних матеріалів) і пасивних (не п'єзоелектричних) шарів, використовувати товстий п'єзоелемент, що випромінює тільки з поверхні; в залежності від способу підвищення пропускну здатності розрізняють перетворювачі змінної товщини, багат шарові перетворювачі і товсті, або аперіодичні перетворювачі.

Під час АЕ контролю на виході датчиків формуються перехідні (імпульсні) сигнали. Сигнал від одиничного акту дискретної деформації відомий як сигнал вибухового (імпульсного) типу. Такий сигнал має різкий передній фронт і повільне згасання. Імпульсні сигнали варіюються в широких межах за формою, розміром і швидкістю генерації в залежності від типу структури і умов випробувань. При великій швидкості генерації сигналів, індивідуальні імпульсні сигнали можуть накладатися і формувати так звану безперервну емісію. У деяких випадках метод АЕ ґрунтується на реєстрації такої емісії. Апаратура, що використовується при АЕ контролі, повинна забезпечувати можливість реєстрації безперервної емісії або сигналів імпульсного типу [3,4].

Після того, як сигнал був прийнятий датчиком і посилений перепідсилювачем, він надходить в основну систему, де знову посилюється і фільтрується. На наступному важливому етапі відбувається безпосередньо виділення сигналу. Етап закінчується тим, що коли сигнал перевищує встановлений поріг, у компараторі у цифровому вигляді генерується вихідний імпульс. Рівень порога зазвичай регулюється оператором; цей параметр є ключовою змінною, яка визначає чутливість АЕ методу при випробуванні. Крім того, в залежності від типу АЕ обладнання, чутливість можна контролювати шляхом регулювання підсилення основного підсилювача.

Найбільш простий і випробуваний спосіб оцінки активності емісії полягає в підрахунку числа осциляцій (counts) - числа перетинів імпульсом, виданими компаратором, встановленого порога [5].

ВИСНОВКИ

Основні характеристики датчиків АЕ - робочий діапазон частот (ширина смуги пропускання) із заданою нерівномірністю і рівень вихідного сигналу. Низький рівень сигналу на виході датчика можна в подальшому посилити. Однак компенсувати нерівномірність смуги частот набагато складніше. Тому створення датчиків АЕ з мінімальною нерівномірністю АЧХ є важливим завданням розвитку систем діагностики.

Сьогодні, з появою нових матеріалів з високими демпфірувальними властивостями і ефектом пам'яті форми можливе створення принципово нових конструкцій датчиків акустичної емісії, за своїми характеристиками не поступається, а в деяких випадках і перевершують зарубіжні аналоги. Стандартних пристроїв такого типу промисловість не випускає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jiang XU. Space-time evolution rules study on acoustic emission location in rock under cyclic loading/ Jiang XU, Xiaojun TANG, Shuchun LI, Yunqi TAO, Yongdong JIANG // Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China. – 2009. – No 3(4). – P. 422–427.
2. Неразрушающий контроль: справочник: в 7 т. / под общ. ред. Клюева В. В. Т. 7: в 2 кн. Кн. 1: Иванов В. И., Власов И. Э. Метод акустической эмиссии. – М.: Машиностроение, 2005. – 829 с.
3. Поллок А. Акустико-эмиссионный контроль // Авторская перепечатка из книги Металлы (METALS HANDBOOK), 9-ое издание, т. 17, ASM International (1989): С. 278-294 [Електронний ресурс] / Сайт компанії ТОВ «Діапак», - режим доступу: <http://www.diapac.ru/Articles/Pollock.pdf>.
4. Бунина Н. А. Исследование пластической деформации металлов методом акустической эмиссии / Н. А. Бунина. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1990. – 176 с.
5. Полесская Л. М. Об определении координат дефектов в конструкциях с произвольной поверхностью / Полесская Л. М., Гричук В. В., Балабанов А. А., Марасанов В. В. // Дефектоскопия. – 1978. – № 7. – С. 50–56.

Наук. керівник, к.т.н., Барандич Катерина Сергіївна